

СОЛОВЬЕВ Г. И., КАСЬЯНЕНКО А. Л., НЕФЕДОВ В. Е. (ДонНТУ)
 ПАНФИЛОВ Ю. Н., ЕРЕМЕНКО О. В. (шахта им. М. И. Калинина ГП
 «ДУЭК»)

ОСОБЕННОСТИ ВЫДАВЛИВАНИЯ ПРОЧНЫХ ПОРОД ПОЧВЫ ВЫЕМОЧНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ

Представлены результаты наблюдений за особенностями выдавливания прочных пород почвы выемочных конвейерных штреков в условиях шахты им. М. И. Калинина государственного предприятия «Донецкая угольная энергетическая компания»

Ключевые слова: глубокая шахта, конвейерный штрек, устойчивость боковых пород, выдавливание прочных пород почвы, подрывка почвы, смещения породного контура

Одним из негативных проявлений горного давления в подземных горных выработках является выдавливание пород почвы, чему посвящено значительное количество исследований отечественных и зарубежных ученых [1-5].

Выдавливание почвы подготовительных выработок в зоне влияния очистных работ (в дальнейшем – выемочных выработок), которое в значительной степени интенсифицируется в условиях глубоких шахт, сопряжено с необходимостью выполнения больших объемов ремонтных работ по подрывке почвы (до 30-40% общих затрат на ремонт подземных выработок). При наличии прочных пород почвы ($\sigma_{сж} = 60-80$ МПа и более) их подрывка производится буровзрывным способом, что существенно усложняет организацию ремонтных работ и повышает объем применения ручного труда.

При сплошных системах разработки, когда в боках подготовительной выработки с одной стороны расположен массив угля, а с другой – выработанное пространство, механизм выдавливания прочных пород непосредственной почвы имеет существенные отличия по сравнению с выработками, поддерживаемыми в массиве угля.

В условиях шахты им. М.И. Калинина отработка 2-й западной лавы пласта h_{10} «Ливенский» мощностью 1,0-1,3 м и углом залегания 18-21° производилась на глубине 1360 м с использованием сплошной системы разработки «лава-этаж» (рис. 1). Конвейерный штрек проводился буровзрывным способом с опережением лавы на 20 м.

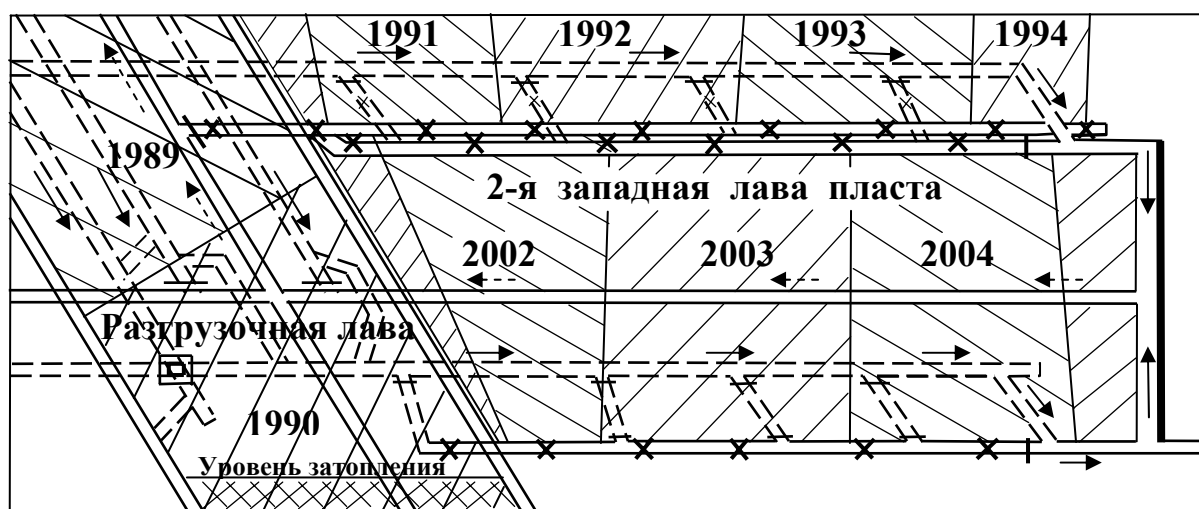


Рис. 1. Схема горных выработок 2-й западной лавы пласта h_{10} шахты им. М.И.Калинина

Конвейерный штрек поддерживался в зоне выработанного пространства на участке длиной 300-350 м между двумя смежными промежуточными квершлагами, которыми он соединялся с полевым штреком, проводимым в почве на расстоянии 25 м по нормали от пласта.

В почве пласта залегали прочные породы песчаного сланца и песчаника (рис.2), которые в зоне влияния очистных работ интенсивно выдавливались в полость выработки.

При опережении лавы забоем конвейерного штрека на 45 м обеспечение устойчивости прочной почвы штрека первоначально осуществлялось за счет ее подрывки с использованием буро-взрывных работ (рис. 3, а; 4,а), при этом процесс выдавливания дезинтегрированных породных отдельностей протекал с одновременным интенсивным вдавливанием стоек крепи в почву. На расстоянии 20 м перед лавой - в зоне максимального опорного давления наряду с выдавливанием почвы наблюдалось интенсивное обжатие арочной крепи. При этом средние смещения кровли составляли 0,8-1,0 м, а почвы – 0,5-0,7 м. На сопряжении выработки с лавой величина смещений кровли составляла 1,2-1,4 м, а выдавливание почвы - 1,4-1,5 м, из которых на вдавливание стоек приходилось около 0,5-0,6 м (рис. 5).

Для снижения величины выдавливания почвы за счет использования естественной прочности ее верхнего слоя, при поведении конвейерного штрека была принята верхняя подрывка боковых пород с наклонным расположением почвы выработки под углом залегания пласта (рис. 3, б; 4,б).

Визуальные и инструментальные наблюдения за особенностями деформирования прочных пород почвы выработки позволили установить особенности механизма формирования асимметричной складки в почве пласта при двусторонней и верхней ее подрывках и проведении штрека буровзрывным способом с опережением лавы забоем штрека на 40 м и 20 м (рис. 3, 4).

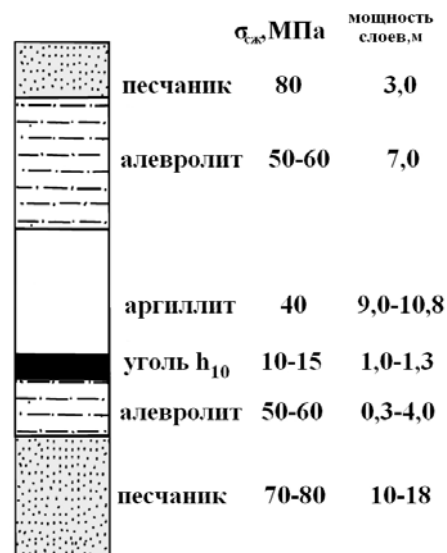


Рис. 2. Структура боковых пород конвейерного штрека 2-й западной лавы пласта h_{10} шахты им. М. И. Калинина

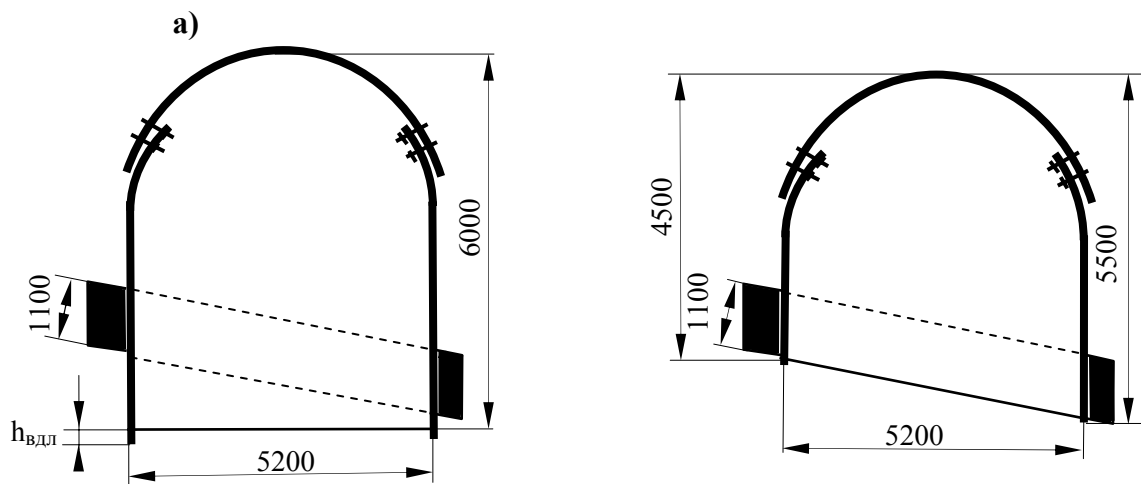


Рис. 3. Схема расположения угольного пласта в сечении конвейерного штрека при двусторонней (а) и верхней (б) подрывках боковых пород



Рис. 4. Состояние пород почвы конвейерного штрека 2-й западной лавы пласта h_{10} на расстоянии 60 м (а) и 120 м (б) от очистного забоя соответственно при двусторонней и верхней подрывках боковых пород

На рис. 5 представлены результаты инструментальных наблюдений за смещениями пород почвы конвейерного штрека при применении двусторонней и верхней подрывок боковых пород.

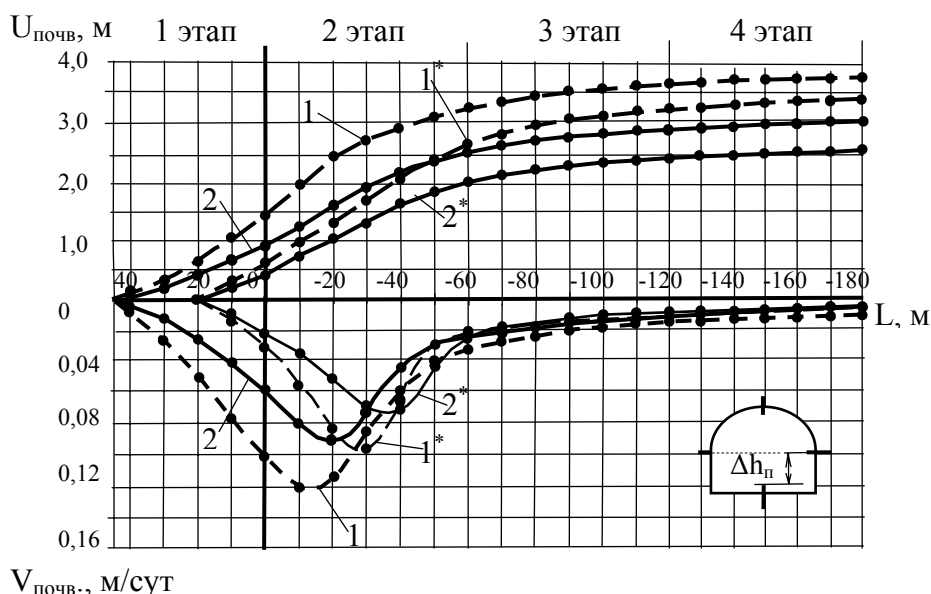


Рис. 5. График зависимости вертикальных смещений и скоростей смещений породного контура почвы конвейерного штрека 2-й западной лавы пласта h_{10} от расстояния до лавы: 1 – на контрольном участке при двусторонней подрывке почвы; 2 – на экспериментальном участке при верхней подрывке почвы и опережении лавы забоем штрека на 40 м и 20 м (со значком *)

Из приведенных графиков видно, что по величине смещений и, особенно, скорости смещений контура почвы можно выделить четыре характерных этапа при поддержании конвейерного штрека в зоне влияния очистных работ.

На первом этапе – на участке от проходческого забоя до лавы, при поддержании выработки в массиве наблюдался постоянный рост смещений и скорости смещений почвы, происходило расслоение и разрыхление трещиноватого верхнего слоя песчаного сланца с разделением его на призматические породные фрагменты, ориентированные в основ-

ном по напластованию почвы. Величина выдавливания почвы в среднем составляла 1,4-1,5 м, из которых на вдавливание стоек приходилось около 0,5-0,6 м (рис. 6,б).

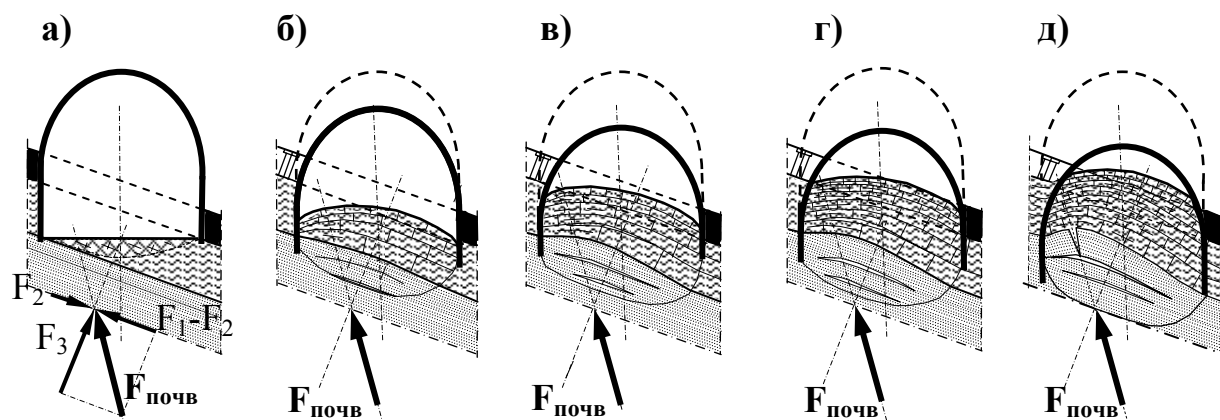


Рис. 6. Особенности деформирования прочных пород почвы при двусторонней ее подрывке и проведении выработки буровзрывным способом с опережением лавы забоем штрека на 40 м: а – в забое штрека; б – на сопряжении выработки с лавой; в-д – состояние выработки при расстоянии от лавы соответственно 60; 120 и 180 м

На втором этапе, при поддержании выработки в зоне активных смещений боковых пород в выработанном пространстве на участке длиной до 60 м вслед за лавой, наблюдалось интенсивное выдавливание верхнего слоя почвы с расслоением и растрескиванием нижерасположенного прочного слоя почвы не затронутого взрывными работами (рис. 6,в). Величина выдавливания почвы при этом составила 3,1-3,3 м. Скорости смещений почвы, после достижения максимального значения постепенно снижались. При этом следует отметить, что при изменении величины опережения лавы забоем конвейерного штрека с 45 до 20 м при двусторонней подрывке пород месторасположение точки с максимальным значением скорости смещений сдвинулось в сторону выработанного пространства на 17 м при одновременном снижении величины максимума скорости смещений на 0,025 м/сут.

На третьем и четвертом этапах, при поддержании выработки на расстояниях 60-120 и 120-180 м вслед за лавой, при постепенной стабилизации проявлений горного давления, наблюдался незначительный рост смещений и скоростей смещений контура почвы (рис. 6, г и д). Кроме того, на четвертом участке происходил разлом верхнего слоя почвы с наклоном вертикальной оси складки на выработанное пространство лавы под углом 50-55° (рис. 6, д). Глубина разлома составляла в среднем 0,7-0,9 м. Величина выдавливания почвы на третьем и четвертом этапах составляла соответственно 3,6 и 3,75 м. На этих этапах производилась двукратная подрывка почвы на глубину 1,0-1,2 м.

При верхней подрывке и наклонном расположении почвы выдавливание прочного слоя песчаного сланца и песчаника происходило с образованием по почве выработки асимметричной породной складки, ось симметрии которой была наклонена в сторону выработанного пространства лавы под углом 55-60° к напластованию (рис. 3, б; 4, б).

При этом асимметричная складка формировалась за счет одновременного воздействия вертикальной и горизонтальной нагрузок на прочные слои непосредственной почвы со стороны массива угля (рис. 7, а). В механизме выдавливания прочной почвы также можно выделить 4 характерных этапа (рис. 7).

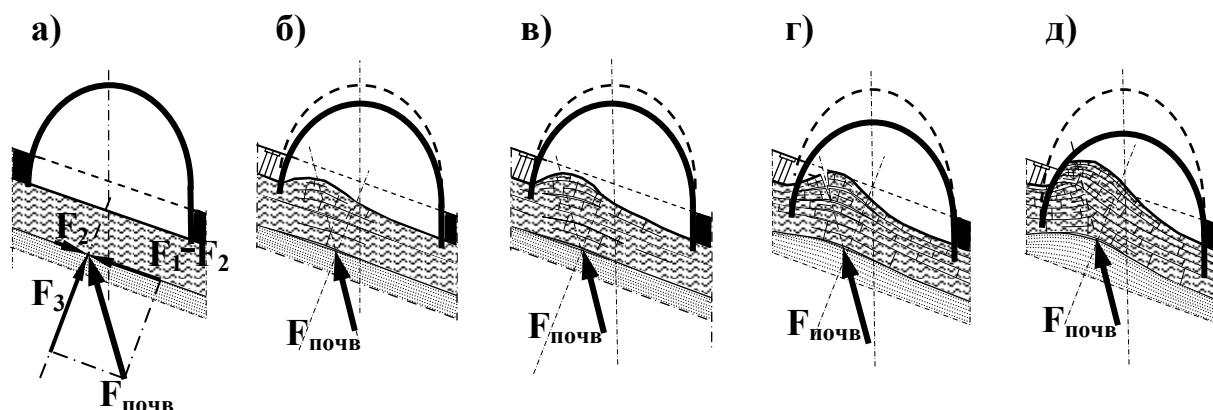


Рис. 7. Особенности деформирования прочных пород почвы при верхней ее подрывке и проведении выработки буровзрывным способом с опережением лавы забоем штрека на 20 м: а – забой штрека; б – сопряжение выработки с лавой; в-д – состояние выработки на расстоянии от лавы соответственно 60; 120 и 180 м

На первом этапе сразу после проведения выработки с опережением лавы на 20 м происходило упругое восстановление обнаженных пород почвы с дальнейшим обжатием породного контура выработки. Вертикальные смещения почвы при упругом изгибе почвы незначительны и составляли около 0,4 м, при величине вдавливания стоек крепи 0,12-0,16 м (рис. 7, б).

На втором этапе, на участке штрека штреком длиной до 60 м за лавой, в породах почвы в результате интенсивного развития зоны неупругих деформаций происходило разуплотнение и расслоение ее верхнего слоя (рис. 7, в). В поперечном сечении образовывалась асимметричная продольная складка, гребень которой смещался в сторону выработанного пространства и располагается на расстоянии 1,2-1,5 м от стойки крепи со стороны лавы. Угол наклона складки в сторону выработанного пространства составлял порядка 45-50°. Величина выдавливания пород почвы в конце этапа составляла 2,0-2,1 м.

Применение верхней подрывки пород при опережении лавы забоем конвейерного штрека на 20 м привело к сдвигу в сторону выработанного пространства месторасположения точки с максимальным значением скорости смещений соответственно на 13 м при одновременном снижении величины максимума скорости смещений на 0,015 м/сут.

На третьем этапе, на расстоянии 60–80 м от забоя, наблюдалось интенсивное выдавливание и разлом верхнего слоя почвы с наклоном вертикальной оси складки на выработанное пространство лавы под углом 50-55° (рис. 7, г). Глубина разлома составляла в среднем 0,9-1,2 м. Величина выдавливания пород почвы в конце этапа на расстоянии 100-120 м составляла 2,4-2,5 м.

На четвертом этапе, на расстоянии от 120 до 180 м за очистным забоем, в результате горизонтального сжатия верхний слой прочной почвы со стороны массива был надвинут на породные фрагменты со стороны лавы до упора в стойки арочной крепи (рис. 7, д). При этом происходило разуплотнение верхнего слоя и разделение его на породные отдельные в виде плоских призм плитчатой формы с толщиной 0,02-0,03 м. Величина выдавливания почвы в средней части выработки составила 2,6 м, а со стороны выработанного пространства достигала 2,5-2,9 м.

На этом участке выработки производилась подрывка почвы на глубину 1,0-1,2 м с приданием ей горизонтальной формы расположения.

Использование верхней подрывки пород и снижение опережения лавы забоем штрека до 20 м позволило снизить величину выдавливания почвы на расстоянии 60 м вслед за лавой до 2,0-2,1 м, т.е. более чем в полтора раза.

После подрывки почвы конвейерный штрек использовался на расстоянии 250-300 м вслед за лавой, а затем погашался по мере проведения нового промежуточного квершлага и полевого штрека, расположенного на расстоянии 25 м по нормали в прочном слое песчаника основной почвы пласта.

Представленный анализ механизма деформирования прочных пород почвы позволяет сделать вывод о необходимости проведения дополнительных исследований для определения рациональных параметров способа предотвращения выдавливания почвы.

Определенный научно-практический интерес представляет использование продольно-силового воздействия на верхний слой прочной почвы как средства управления процессом складкообразования и дезинтеграции вмещающих пород почвы в зоне влияния очистных работ для предотвращения или снижения величины их выдавливания в полость выработки за счет передачи породам почвы части энергии давления кровли [6].

Упорно-силовое воздействие на верхний слой прочной почвы на начальном этапе формирования продольной складки совместно с боковым распором верхних слоев почвы способствует увеличению коэффициента трения между породными отдельностями и снижает величину их выдавливания.

Библиографический список

1. Максимов А.П. Выдавливание горных пород и устойчивость подземных выработок.– М.: Госгортехиздат, 1963.– 144 с.
2. Черняк И.Л. Предотвращение пучения почвы горных выработок.– М.: Недра, 1978. – 237с.
3. Якоби О. Практика управления горным давлением. М: Недра, 1987. – 566 с.
4. Фармер Я. Выработки угольных шахт. М: Недра, 1990. – 269 с.
5. Роевко А.Н. Устойчивость подготовительных выработок угольных шахт в условиях больших глубин разработки. Авт. дис. д.т.н. Днепропетровск: 1995. – 32с.
6. Негрей С.Г., Соловьев Г.И., Толкачев А.Ф., Сахно И.Г., Мокриенко В.Н., Куцурубов В.М.. Алгоритм расчета параметров способа предотвращения выдавливания пород почвы // Научные материалы XIII-го Международного симпозиума «Геотехника-2008». Гливице – Устронь. 13-18 октября 2008г. – С.225-243.

Надані результати спостережень за особливостями витискання міцних порід піддошви виймкових конвеєрних штреків в умовах шахти ім. М.І.Калініна державного підприємства «Донецька вугільна енергетична компанія»

Ключові слова: глибока шахта, конвеєрний штрек, стійкість бічних порід, витискання міцних порід піддошви, підризка піддошви, зміщення породного контуру

Results of the observations for particularity pressing out strong rocks of floor mining conveyor drifts in condition of the M. I. Kalinin mine state enterprise "Donetsk coal energy company" are presented.

Key words: deeps mine, conveyor drift, hardness of rocks, pressing out strong rocks of floor, blasting of floor, displacement of contour rocks